

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-183650

(43)Date of publication of application : 03.07.2003

(51)Int.Cl.

C09K 11/59
C09C 1/00
C09C 3/04
C09C 3/06
C09D 11/00
C09K 11/02
C09K 11/08
H01J 11/02

(21)Application number : 2001-391453

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 25.12.2001

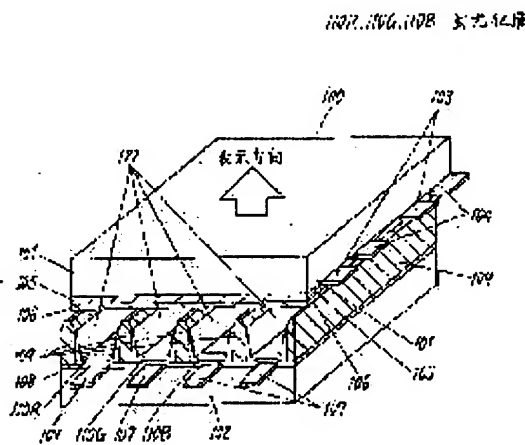
(72)Inventor : KAWAMURA HIROYUKI
OTANI MITSUHIRO
AOKI MASAKI
SUGIMOTO KAZUHIKO
HIBINO JUNICHI

(54) METHOD FOR PRODUCING PLASMA DISPLAY APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent deterioration of luminance of a phosphor layer and clogging and coating unevenness during coating in a plasma display apparatus.

SOLUTION: The plasma display apparatus is obtained as follows. A green phosphor composed of $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}$ in which the charged state is changed to zero or positive is used to thereby homogeneously form a phosphor layer 110G. The resultant plasma display apparatus has good discharge characteristics with slight deterioration of the luminance in a panel production process.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.07.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 06.02.2007

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-183650

(P2003-183650A)

(43) 公開日 平成15年7月3日(2003.7.3)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
C 0 9 K 11/59	C P R	C 0 9 K 11/59	C P R 4 H 0 0 1
C 0 9 C 1/00		C 0 9 C 1/00	4 J 0 3 7
3/04		3/04	4 J 0 3 9
3/06		3/06	5 C 0 4 0
C 0 9 D 11/00		C 0 9 D 11/00	

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-391453(P2001-391453)

(22) 出願日 平成13年12月25日(2001.12.25)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 河村 浩幸

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

(72) 発明者 大谷 光弘

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

最終頁に続く

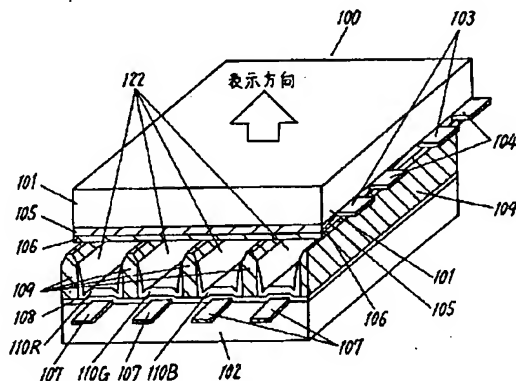
(54) 【発明の名称】 プラズマディスプレイ装置の製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 プラズマディスプレイ装置において、蛍光体層の輝度劣化を防止するとともに、塗布時の目づまりや塗布むらを防ぐことを目的とする。

【解決手段】 帯電状態をゼロまたは正にした $Zn_2SiO_4:Mn$ からなる緑色蛍光体を用いることにより、蛍光体層 110G を均質に形成し、パネル製造工程での輝度劣化が少なく放電特性の良好なプラズマディスプレイパネルを得る。

110R, 110G, 110B 蛍光体層



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ゼロまたは正の帯電を有し、紫外線により励起されて可視光を発光する $Zn_2SiO_4:Mn$ を含んだ緑色蛍光体インクを用い、その蛍光体インクをノズルを介して連続的に塗布することにより緑色蛍光体層を形成することを特徴とするプラズマディスプレイ装置の製造方法。

【請求項2】 緑色蛍光体インクは、正の帯電を有する酸化物をコーティングした $Zn_2SiO_4:Mn$ 蛍光体粉末と、エチルセルロースからなる樹脂成分とタービネオール、ブチルカルビトールアセテートあるいは、ペンタンジオールの内のいずれか一種以上からなる溶剤成分を含む混合液体とから構成した請求項1記載のプラズマディスプレイ装置の製造方法。

【請求項3】 緑色蛍光体インクは、負の帯電を有する $Zn_2SiO_4:Mn$ 蛍光体粉末を結晶面が破断されるように粉砕して正帯電にした蛍光体粉末と、エチルセルロースからなる樹脂成分とタービネオール、ブチルカルビトールアセテートあるいは、ペンタンジオールの内のいずれか一種以上からなる溶剤成分を含む混合液体とから構成した請求項1記載のプラズマディスプレイ装置の製造方法。

【請求項4】 正の帯電を有する酸化物が、 MgO 、 ZnO 、 Y_2O_3 、 Al_2O_3 、 $MgAl_2O_4$ の内のいずれか一種であることを特徴とする請求項2記載のプラズマディスプレイ装置の製造方法。

【請求項5】 正の帯電を有する酸化物のコーティング厚みが $10nm$ 以下であることを特徴とする請求項2記載のプラズマディスプレイ装置の製造方法。

【請求項6】 表面が負に帯電している $Zn_2SiO_4:Mn$ を粉砕する工程と、粉砕後 $400^{\circ}C \sim 1000^{\circ}C$ でアニールする工程とを含むことを特徴とする請求項3記載のプラズマディスプレイ装置の製造方法。

【請求項7】 1色または複数色の放電セルが複数配列されるとともに、各放電セルに対応する色の蛍光体層が配設され、当該蛍光体層が紫外線により励起されて発光するプラズマディスプレイパネルを備えたプラズマディスプレイ装置であって、前記蛍光体層は $Zn_2SiO_4:Mn$ よりなる緑色蛍光体層を有し、かつその緑色蛍光体層を、正の帯電を有する MgO 、 ZnO 、 Y_2O_3 、 Al_2O_3 、 $MgAl_2O_4$ の内のいずれか一種により $10nm$ 以下の厚みでコーティングした蛍光体で構成したことを特徴とするプラズマディスプレイ装置。

【請求項8】 1色または複数色の放電セルが複数配列されるとともに、各放電セルに対応する色の蛍光体層が配設され、当該蛍光体層が紫外線により励起されて発光するプラズマディスプレイパネルを備えたプラズマディスプレイ装置であって、前記蛍光体層は $Zn_2SiO_4:Mn$ よりなる緑色蛍光体層を有し、かつその緑色蛍光体層を、負の帯電を有する $Zn_2SiO_4:Mn$ を粉砕処理

して正帯電にした蛍光体で構成したことを特徴とするプラズマディスプレイ装置。

【請求項9】 負の帯電を有する $Zn_2SiO_4:Mn$ 蛍光体粉末を結晶面が破断されるように粉砕して正帯電にした蛍光体粉末と、エチルセルロースからなる樹脂成分とタービネオール、ブチルカルビトールアセテートあるいは、ペンタンジオールの内のいずれか一種以上からなる溶剤成分を含む混合液体とから構成したプラズマディスプレイ装置用蛍光体インク。

10 【請求項10】 正の帯電を有する酸化物をコーティングした $Zn_2SiO_4:Mn$ 蛍光体粉末と、エチルセルロースからなる樹脂成分とタービネオール、ブチルカルビトールアセテートあるいは、ペンタンジオールの内のいずれか一種以上からなる溶剤成分を含む混合液体とから構成したプラズマディスプレイ装置用蛍光体インク。

【請求項11】 正の帯電を有する酸化物が、 MgO 、 ZnO 、 Y_2O_3 、 Al_2O_3 、 $MgAl_2O_4$ の内のいずれか一種であることを特徴とする請求項10記載のプラズマディスプレイ装置用蛍光体インク。

20 【請求項12】 酸化物のコーティング厚みが $10nm$ 以下であることを特徴とする請求項10記載のプラズマディスプレイ装置用蛍光体インク。

【請求項13】 緑色蛍光体を構成する元素 Zn 、 Si 、 Mn を含みかつ Si に対して Zn が化学量論比より多く配合した金属塩や酸化物あるいは有機金属塩を水と混合して混合液を作製する工程と、その混合液を乾燥した後 $1100^{\circ}C \sim 1300^{\circ}C$ で焼成して $Zn_2SiO_4:Mn$ 緑色蛍光体を作製する工程と、その蛍光体を粉砕する工程と、粉砕後窒素中あるいは窒素-酸素中で $400^{\circ}C \sim 1000^{\circ}C$ でアニールする工程とを有することを特徴とする蛍光体の製造方法。

30 【請求項14】 $Zn_2SiO_4:Mn$ の原料である硝酸化合物や酸化物と水性媒体とを混合する蛍光体原料混合液作製工程と、その原料混合液と塩基性水溶液とを混合することにより水和物を形成する水和物作製工程と、その水和物とアルカリ水と混合した溶液に対して水熱合成時の温度が $100^{\circ}C \sim 350^{\circ}C$ で圧力が $0.2Mpa \sim 25Mpa$ の状態で行う水熱合成工程と、 $1100^{\circ}C \sim 1300^{\circ}C$ で焼成する工程と、分級して $5\mu m \sim 10\mu m$ の粒径の蛍光体とする工程と、その蛍光体をボールミルまたはジェットミルで分級後の粒径の $0.9倍 \sim 0.1倍$ になるまで粉砕する工程とを有することを特徴とする蛍光体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は紫外線により励起されて発光する蛍光体層を有するプラズマディスプレイ装置の製造方法に関する。

【0002】

50 【従来の技術】近年、コンピュータやテレビなどの画像

表示に用いられているカラー表示デバイスにおいて、プラズマディスプレイパネル（以下PDPという）を用いた表示装置は、大型で薄型軽量を実現することのできるカラー表示デバイスとして注目されている。

【0003】PDPは、いわゆる3原色（赤、緑、青）を加法混色することにより、フルカラー表示を行っている。このフルカラー表示を行うために、PDPには3原色である赤（R）、緑（G）、青（B）の各色を発光する蛍光体層が備えられ、この蛍光体層を構成する蛍光体粒子はPDPの放電セル内で発生する紫外線により励起され、各色の可視光を生成している。

【0004】上記各色の蛍光体に用いられる化合物としては、例えば、赤色を発光する $(Y_Gd)BO_3:Eu^{3+}$ 、 $Y_2O_3:Eu^{3+}$ 、緑色を発光する $Zn_2SiO_4:Mn^{2+}$ 、青色を発光する $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+}$ が知られている。これらの各蛍光体は、所定の原材料を混ぜ合わせた後、1000℃以上の高温で焼成することにより固相反応されて作製される（例えば、蛍光体ハンドブック P219、225 オーム社参照）。この焼成により得られた蛍光体粒子は、軽く粉砕した後、すなわち粒子同士が凝集している状態をほぐす程度で結晶を破断しない程度に粉砕した後、ふるいわけ（赤、緑の平均粒径：2μm～5μm、青の平均粒径：3μm～10μm）を行ってから使用している。

【0005】蛍光体粒子を軽く粉砕、ふるいわけ（分級）する理由は、一般にPDPに蛍光体層を形成する場合において各色蛍光体粒子をペーストにしてスクリーン印刷する手法やペーストをノズルから吐出させて塗布するインクジェット法（特開平6-273425号）が用いられており、軽く粉砕した後分級しないと、蛍光体中に大きい凝集物が含まれるため、これらの蛍光体を用いてペーストを塗布した際に塗布むらやノズルの目づまりが発生するためである。したがって、軽く粉砕した後、分級した蛍光体は、粒子径が小さく、粒度分布が揃って均一であるため、よりきれいな塗布面が得られる。つまり、蛍光体の粒子径が小さく、均一で形状が球状に近いほど、塗布面がきれいになり、蛍光体層における蛍光体粒子の充填密度が向上するとともに粒子の発光表面積が増加し、アドレス駆動時の不安定性も改善される。理論的にはPDPの輝度を上げることができると考えられるからである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、 $Zn_2SiO_4:Mn$ からなる緑色蛍光体の場合は、蛍光体の製造上、 ZnO に対する SiO_2 の割合が、化学量論比（ $2ZnO/SiO_2$ ）よりも SiO_2 が多い割合（ $1.5ZnO/SiO_2$ ）になっている。そのため $Zn_2SiO_4:Mn$ 結晶の表面は SiO_2 で覆われており（蛍光体ハンドブック pp219-220 オーム社）、蛍光体表面は負に帯電している。

【0007】一般にPDPにおいて緑色蛍光体が負に帯電していると、放電特性が悪化することが知られている（例えば、特開平11-86735号、特開2001-236893号）。また、負に帯電した緑色のインキを細いノズルから連続的に塗布するインクジェット塗布法で塗布する場合、やはり、ノズルの目づまりや塗布むらが発生することが知られている。特に目づまりや塗布むらの原因はインキ中にあるエチルセルロースが、負に帯電した $Zn_2SiO_4:Mn$ の表面に吸着しにくくなっているからと思われる。

【0008】また、蛍光体が負に帯電しているため、放電中に発生するNeの+イオンやCH系の+イオンが負に帯電している緑色蛍光体にイオン衝突を起こし、蛍光体の輝度を劣化させるという課題があった。

【0009】 $Zn_2SiO_4:Mn$ の表面の負帯電を正帯電にするため、正帯電の酸化物をある程度の厚み（0.1～0.5wt%）で積層コートする方法（特開平11-86735号）や、正帯電の緑色蛍光体を混合して見かけ上正帯電とする方法（特開2001-236893号）が考えられているが、0.1wt%以上積層コートすると輝度低下が起こり、帯電状態の異なる2種類の蛍光体を塗布する時は目づまりや塗布むらが生じやすいという課題があった。

【0010】本発明はこのような課題を解決するもので、蛍光体の輝度劣化を防ぐとともに、蛍光体塗布時の目づまりや塗布むらを解消することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明は、 $Zn_2SiO_4:Mn$ からなる緑色蛍光体の帯電状態を負から正にするもので、放電特性の改善とインクジェット塗布中に起こる目づまりや塗布むらを改善することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】すなわち、本発明の請求項1記載の発明は、ゼロまたは正の帯電を有し、紫外線により励起されて可視光を発光する $Zn_2SiO_4:Mn$ を含んだ緑色蛍光体インキを用い、その蛍光体インキをノズルを介して連続的に塗布することにより緑色蛍光体層を形成することを特徴とするプラズマディスプレイ装置の製造方法である。

【0013】そして、本発明では、緑色蛍光体インキとして、正の帯電を有する酸化物をコーティングした $Zn_2SiO_4:Mn$ 蛍光体粉末と、エチルセルロースからなる樹脂成分とタービネオール、ブチルカルビトールアセテートあるいは、ペンタンジオールの内のいずれか一種以上からなる溶剤成分を含む混合液体とから構成したものである。また、負の帯電を有する $Zn_2SiO_4:Mn$ 蛍光体粉末を結晶面が破断されるように粉砕して正帯電にした蛍光体粉末と、エチルセルロースからなる樹脂成分とタービネオール、ブチルカルビトールアセテートあ

るいは、ペンタシオールの内のいずれか一種以上からなる溶剤成分を含む混合液体とから構成したものである。また、この蛍光体の製造方法としては、表面が負に帯電している $Zn_2SiO_4:Mn$ を粉砕する工程と、粉砕後 $400^{\circ}C \sim 1000^{\circ}C$ でアニールする工程とを含むことを特徴としている。

【0014】上記正の帯電を有する酸化物としては、酸化マグネシウム(MgO)、酸化亜鉛(ZnO)、酸化イットリウム(Y_2O_3)、酸化アルミニウム(Al_2O_3)、アルミン酸マグネシウム($MgAl_2O_4$)の内のいずれか一種を用いることができる。さらに、正の帯電を有する酸化物のコーティング厚みとしては、 $10nm$ 以下が望ましい。

【0015】また、本発明は、1色または複数色の放電セルが複数配列されるとともに、各放電セルに対応する色の蛍光体層が配設され、当該蛍光体層が紫外線により励起されて発光するプラズマディスプレイパネルを備えたプラズマディスプレイ装置であって、前記蛍光体層は $Zn_2SiO_4:Mn$ よりなる緑色蛍光体層を有し、かつその緑色蛍光体層を、正の帯電を有する MgO 、 ZnO 、 Y_2O_3 、 Al_2O_3 、 $MgAl_2O_4$ の内のいずれか一種により $10nm$ 以下の厚みでコーティングした蛍光体で構成したことを特徴としている。

【0016】さらに、本発明は、1色または複数色の放電セルが複数配列されるとともに、各放電セルに対応する色の蛍光体層が配設され、当該蛍光体層が紫外線により励起されて発光するプラズマディスプレイパネルを備えたプラズマディスプレイ装置であって、前記蛍光体層は $Zn_2SiO_4:Mn$ よりなる緑色蛍光体層を有し、かつその緑色蛍光体層を、負の帯電を有する $Zn_2SiO_4:Mn$ を粉砕処理して正帯電にした蛍光体で構成したことを特徴としている。

【0017】また、本発明は、緑色蛍光体を構成する元素 $[Zn, Si, Mn]$ を含みかつ Si に対して Zn が化学量論比より多く配合した金属塩や酸化物あるいは有機金属塩を水と混合して混合液を作製する工程と、その混合液を乾燥した後 $1100^{\circ}C \sim 1300^{\circ}C$ で焼成して $Zn_2SiO_4:Mn$ 緑色蛍光体を作製する工程と、その蛍光体を粉砕する工程と、粉砕後窒素中あるいは窒素-酸素中で $400^{\circ}C \sim 1000^{\circ}C$ でアニールする工程とを有することを特徴とする蛍光体の製造方法である。

【0018】さらに、本発明は、 $Zn_2SiO_4:Mn$ の原料である硝酸化合物や酸化物と水性媒体とを混合する蛍光体原料混合液作製工程と、その原料混合液と塩基性水溶液とを混合することにより水和物を形成する水和物作製工程と、その水和物とアルカリ水とを混合した溶液に対して水熱合成時の温度が $100^{\circ}C \sim 350^{\circ}C$ で圧力が $0.2Mpa \sim 25Mpa$ の状態の水熱合成反応を行う水熱合成工程と、 $1100^{\circ}C \sim 1300^{\circ}C$ で焼成する工程と、分級して $5\mu m \sim 10\mu m$ の粒径の蛍光体とす

る工程と、その蛍光体をボールミルまたはジェットミルで分級後の粒径の 0.9 倍 ~ 0.1 倍になるまで粉砕する工程とを有することを特徴とする蛍光体の製造方法である。

【0019】ところで、PDPに用いられている $Zn_2SiO_4:Mn$ 緑色蛍光体は、固相反応法で作製されているが、輝度向上のために SiO_2 を化学量論比よりも、多い組成で作製しているために $Zn_2SiO_4:Mn$ 結晶の表面が SiO_2 で覆われている状態になっている。また化学量論比で作製しても、 $1100^{\circ}C$ 以上で焼成すると蛍光体の表面に SiO_2 が析出し、そのために $Zn_2SiO_4:Mn$ の表面電荷が負になり、緑色や赤色の正帯電とは異なるため放電特性に不具合が生じる。

【0020】また、負帯電の SiO_2 が表面にあると、本来溶液中では負に帯電しているエチルセルロースが、 Zn_2SiO_4 に吸着しにくくなる、そのためインクジェット法で蛍光体を塗布する時に塗布装置のタンク中でエチルセルロースと蛍光体が分離しやすく、分離したエチルセルロースが凝集したり、エチルセルロースから分離した蛍光体がノズル近傍に堆積して目づまりの原因となる。

【0021】また、パネルが放電している場合は、プラズマ中で発生するネオンイオン(Ne^+)や炭化水素系の+イオン等が、負に帯電している緑色粒子に衝突して緑色蛍光体の輝度を低下させる原因となる。

【0022】そこで緑色蛍光体の表面電荷を $0 \sim +$ にすれば上記の課題は解決される。この $Zn_2SiO_4:Mn$ の結晶の表面を $0 \sim +$ にする方法として、(1) Zn_2SiO_4 を粉砕する、(2)+の電荷を有する酸化物を極薄くコーティングする、という2つの方法で、緑色蛍光体の輝度劣化とアドレス放電のミスの低減(放電特性の向上)及びノズルの目づまりの改善を図った。

【0023】次に、本発明の蛍光体の製造方法について説明する。

【0024】ここで、蛍光体本体の製造方法としては、従来の酸化物や炭酸化合物原料及びフラックスを用いた固相焼結法や、有機金属塩や硝酸塩を用いこれらを水溶液中で加水分解したり、アルカリ等を加えて沈殿させる共沈法を用いて蛍光体の前駆体を作製し、次にこれを熱処理する液相法あるいは蛍光体原料が入った水溶液を加熱された炉中に噴霧して作製する液体噴霧法等の蛍光体の製造方法が考えられるが、いずれの方法で作製した蛍光体を用いても $(Zn_{1-x}Mn_x)_2SiO_4$ 蛍光体が正(+).に帯電している場合は、放電特性の改良及びノズルの目づまりの改善に効果があることが判明した。

【0025】+帯電の緑色蛍光体作製方法の一例として、一般的な ZnO に対して SiO_2 がリッチな組成の緑色蛍光体の固相反応法による製法について述べる。原料として、 ZnO 、 SiO_2 、 $MnCO_3$ 、等の炭酸化合物や酸化物を先ず、蛍光体母材の組成 $(Zn_{1-x}Mn_x)_2$

SiO₄のモル比より、ZnOに対するSiO₂の量を多く配合し（ZnOとSiO₂のモル配合比が2対1.5）、次にこれを混合した後、1100℃～1300℃で2時間焼成し、これを結晶面が破断しない程度に軽く粉砕及びふるい分けを行い、5μm～10μmに調整し、次にこれをボールミルあるいはジェットミルで粒径が前記の0.9倍～0.1倍の0.1μm～4.5μmになるまで粉砕する。次に、これを必要に応じて窒素中、窒素-酸素中、窒素-水蒸気中等400℃～1000℃で焼成（アニール）して緑色蛍光体とする。ここで、アニールするのは、粉砕による輝度劣化を回復させるために行うものであり、粉砕時間や帯電の量によって雰囲気や温度をコントロールする。アニール温度を400℃～1000℃に限定しているのは、400℃以下では輝度の回復の効果がなく、1000℃以上になるとZn₂SiO₄結晶表面にSiO₂が析出して負帯電になるからである。

【0026】また、水溶液から蛍光体を作製する液相法は、蛍光体を構成する元素Zn, Si, Mnを含有する有機金属塩、例えばアルコキシドやアセチルアセトン、あるいは硝酸塩をあらかじめZn₂SiO₄:Mnにおける化学量論比であるZn/Siが2/1よりZnに対してシリッチ（Zn/Siが2/1.5）になる組成で、水に溶解した後、加水分解して共沈物（水和物）を作製し、それを水熱合成（オートクレーブ中で結晶化）や空気中で焼成、あるいは高温炉中に噴霧して得られた粉体を1100℃～1300℃で2時間、空気中で焼成した後結晶面が破断しない程度に軽く粉砕、分級する。次に、これを結晶面が破断するようにボールミルやジェットミルで粉砕し、その後窒素中あるいは窒素-酸素中

【0027】なお、ボールミルやジェットミルで結晶面を破断させる前の軽く粉砕した上記蛍光体は、Zn₂SiO₄:Mnの表面が負の電荷を帯びたSiO₂で覆われており、ブローオフ帯電測定の結果は負に帯電しているが、結晶面を破断した蛍光体は、Zn₂SiO₄が表面に出るため帯電が正になる。したがってこの蛍光体を用いて緑色蛍光体層を形成すると、輝度劣化やアドレスミスを防止する効果が得られ、あわせてノズルの目づまりもなくなった。なお、結晶面を破断するときの程度は、破断前の粒径の0.9倍～0.1倍の粒径にするのが好ましい。0.9倍より大きいと、正の帯電にならず、0.1倍より小さいと輝度低下が大きくなる。

【0028】このように従来のZnOに対してSiO₂を化学量論比より多い組成で、1100℃～1300℃焼成した緑色蛍光体粉を結晶面が破断するまで粉砕し、次にこれを窒素中あるいは窒素-酸素混合ガス中で400℃～1000℃でアニールすることで、Zn₂SiO₄粒子の帯電を0～+の正にした緑色蛍光体

【0029】次に、Zn₂SiO₄:Mnに+帯電を有する酸化物を10nm以下の厚さでコートする方法について述べる。

【0030】まず、Zn₂SiO₄:Mn粉体を用意し、+帯電を有するMgO, ZnO, Y₂O₃, Al₂O₃の原材料となるMg, Zn, Y, Alの元素を含む有機金属化合物（アルコキシド、アセチルアセトン、水素化合物、等）を10nm以下の膜厚になるように非水溶液（無水アルコール、トルエン、ベンゼン等）中に混合分散させ、溶液を除去した後400℃～1000℃で焼成して作製する。

【0031】ここで、コーティングの厚みは、10nm以下の単分子以上が好ましい。10nm以上では輝度が低下し、単分子以下の厚みでは0または+に帯電を変えることが難しい。

【0032】以上のように、Zn₂SiO₄:Mn蛍光体の表面電荷を0または+にした蛍光体を有機バインダーと混練して蛍光体インキを作製し、このインキを用いてノズルからインキを塗布する方法で蛍光体層を形成しても目づまりを起こすことなく均一な塗布膜が得られる。

【0033】すなわち、本発明は、緑色蛍光体層は、粒度分布の揃った（Zn_{1-x}Mn_x）₂SiO₄の緑色蛍光体の表面電荷を0または+に帯電させた構成であり、また緑色蛍光体粒子の粒径が0.1μm～3μmと小さく、粒度分布も良好である。しかも、蛍光体層を形成する蛍光体粒子の形状が球状であれば、さらに充填密度が向上し、実質的に発光に寄与する蛍光体粒子の発光面積が増加する。したがって、PDPとして、輝度が向上すると共に、輝度劣化や色ずれが抑制されて輝度特性に優れたPDPを得ることができる。

【0034】なお、蛍光体粒子の平均粒径は、0.1μm～2.0μmの範囲がさらに好ましい。また、粒度分布は最大粒径が平均値の4倍以下で、最小値が平均値の1/4以上がさらに好ましい。蛍光体粒子において紫外線が到達する領域は、粒子表面から数百nm程度と浅く、ほとんど表面しか発光しない状態であり、こうした蛍光体粒子の粒径が2.0μm以下になれば、発光に寄与する粒子の表面積が増加して蛍光体層の発光効率の高い状態に保たれる。また3.0μm以上であると、蛍光体の厚みが20μm以上必要となり、放電空間が十分確保できない。0.1μm以下であると、欠陥が生じやすく輝度が向上しない。

【0035】また、蛍光体層の厚みを蛍光体粒子の平均粒径の8～25倍の範囲内にすれば、蛍光体層の発光効率が高い状態を保ちつつ放電空間を十分に確保することができるので、PDPにおける輝度を高くすることができる。特に蛍光体の平均粒径が3μm以下であるとその効果は大きい。

【0036】ここで、PDPにおける緑色蛍光体層に使用する具体的な蛍光体粒子としては、（Zn_{1-x}Mn_x）

2SiO_4 を母体とし、この表面電荷を粉砕や+帯電の酸化物をコーティングして0または+帯電にした化合物を用いることができる。上記緑色蛍光体におけるXの値は、 $0.01 \leq X \leq 0.2$ とすることにより、輝度及び輝度劣化に優れているため好ましい。

【0037】また、青色蛍光体層に使用する具体的な蛍光体粒子としては、 $\text{Ba}_{1-x}\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}_x$ 、もしくは $\text{Ba}_{1-x-y}\text{Sr}_y\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}_x$ で表される化合物を用いることができる。この前記化合物におけるXの値は、 $0.03 \leq X \leq 0.20$ 、 $0.1 \leq Y \leq 0.5$ であれば輝度が高く好ましい。

【0038】さらに、赤色蛍光体層に使用する具体的な蛍光体粒子としては、 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}_x$ 、もしくは $(\text{Y}, \text{Gd})_{1-x}\text{BO}_3:\text{Eu}_x$ で表される化合物を用いることができる。この赤色蛍光体の化合物におけるXの値は、 $0.05 \leq X \leq 0.20$ であれば、輝度及び輝度劣化に優れ好ましい。

【0039】また、本発明に係る製造方法は、 $(\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x)_2\text{SiO}_4$ の緑色蛍光体の表面電荷を0または+にした蛍光体粒子及び赤色、青色の蛍光体粒子とバインダとからなるペーストを配設する配設工程と、そのペーストに含まれるバインダを焼失させる焼成工程と、焼成工程により蛍光体粒子が基板上に配設されたパネル基板を重ね合わせて封着する工程とを備えることを特徴とし、これにより輝度及び輝度劣化に優れたプラズマディスプレイ装置を得ることができる。

【0040】以下、本発明の一実施の形態によるプラズマディスプレイ装置について図面を参照しながら説明する。

【0041】図1はPDPにおける前面ガラス基板を取り除いた概略平面図、図2はPDPの画像表示領域における部分断面斜視図である。なお、図1においては表示電極群、表示スキャン電極群、アドレス電極群の本数などについては分かり易くするため一部省略して図示している。

【0042】図1に示すように、PDP100は、前面ガラス基板101（図示せず）と、背面ガラス基板102と、N本の表示電極103と、N本の表示スキャン電極104（N本目を示す場合はその数字を付す）と、M本のアドレス電極107（M本目を示す場合はその数字を付す）と、斜線で示す気密シール層121からなり、各電極103、104、107による3電極構造の電極マトリックスを有しており、表示スキャン電極104とアドレス電極107との交点にセルが形成されている。なお、122は放電空間、123は画像表示領域である。

【0043】このPDP100は、図2に示すように、前面ガラス基板101の1主面上に表示電極103、表示スキャン電極104、誘電体ガラス層105及びMgOからなる保護膜106が配設された前面パネルと、背

面ガラス基板102の1主面上にアドレス電極107、誘電体ガラス層108、隔壁109及び蛍光体層110R、110G、110Bが配設された背面パネルとを張り合わせ、前面パネルと背面パネルとの間に形成される放電空間122内に放電ガスを封入した構成となっており、図3のようにPDP駆動装置150に接続することによりプラズマディスプレイ装置を構成している。

【0044】このプラズマディスプレイ装置の駆動時には、図3に示すように、PDP100に表示ドライバ回路153、表示スキャンドライバ回路154、アドレスドライバ回路155を接続して、コントローラ152の制御に従い点灯させようとするセルにおいて、表示スキャン電極104とアドレス電極107に印加することによりその間でアドレス放電を行った後に、表示電極103、表示スキャン電極104間にパルス電圧を印加して維持放電を行う。この維持放電により、当該セルにおいて紫外線が発生し、この紫外線により励起された蛍光体層が発光することでセルが点灯し、各色セルの点灯、非点灯の組み合わせによって画像が表示される。

【0045】次に、上述したPDPについて、その製造方法を説明する。

【0046】前面パネルは、前面ガラス基板101上にまず、各N本の表示電極103及び表示スキャン電極104（図2においては各2本のみ表示している）を交互かつ平行にストライプ状に形成した後、その上を誘電体ガラス層105で被覆し、さらに誘電体ガラス層105の表面にMgOからなる保護膜106を形成することによって作製される。表示電極103及び表示スキャン電極104は、銀からなる電極であって、電極用の銀ペーストをスクリーン印刷により塗布した後、焼成することによって形成される。誘電体ガラス層105は、鉛系のガラス材料を含むペーストをスクリーン印刷で塗布した後、所定温度、所定時間、例えば560℃で20分焼成することによって、所定の厚み（約20μm）となるように形成する。上記鉛系のガラス材料を含むペーストとしては、例えばPbO（70wt%）、B₂O₃（15wt%）、SiO₂（10wt%）及びAl₂O₃（5wt%）と有機バインダ（α-ターピネオールに10%のエチルセルロースを溶解したもの）との混合物が使用される。ここで、有機バインダとは樹脂を有機溶媒に溶解したものであり、エチルセルロース以外に、樹脂としてアクリル樹脂、有機溶媒としてブチルカルビトールなども使用することができる。さらに、こうした有機バインダに分散剤、例えばグリセトリオレートを混入させてもよい。

【0047】保護膜106は、酸化マグネシウム（MgO）からなるものであり、例えばスパッタリング法やCVD法（化学蒸着法）によって所定の厚み（約0.5μm）となるように形成される。

【0048】一方、背面パネルは、まず背面ガラス基板

102上に電極用の銀ペーストをスクリーン印刷し、その後焼成することによってM本のアドレス電極107を列設された状態に形成する。その上に鉛系のガラス材料を含むペーストをスクリーン印刷法で塗布して誘電体ガラス層108を形成し、同じく鉛系のガラス材料を含むペーストをスクリーン印刷法により所定のピッチで繰り返し塗布した後焼成することによって隔壁109を形成する。この隔壁109により、放電空間122はライン方向に一つのセル（単位発光領域）毎に区画される。

【0049】図4は、PDPの断面図である。図4に示すように、隔壁109の間隙寸法Wが一定値32インチ～50インチのHD-TVに合わせて130μm～240μm程度に規定される。そして、隔壁109と隔壁109の間の溝に、赤色（R）、青色（B）、表面電荷が0または+帯電している緑色（G）の各蛍光体粒子と有機バインダとからなるペースト状の蛍光体インキを塗布し、これを400～590℃の温度で焼成して有機バインダを焼失させることによって、各蛍光体粒子が結着してなる蛍光体層110R、110G、110Bを形成する。この蛍光体層110R、110G、110Bのアドレス電極107上における積層方向の厚みLは、各色蛍光体粒子の平均粒径のおよそ8～25倍程度に形成することが望ましい。すなわち、蛍光体層に一定の紫外線を照射したときの輝度（発光効率）を確保するために、蛍光体層は、放電空間において発生した紫外線を透過させることなく吸収するために蛍光体粒子が最低でも8層、好ましくは20層程度積層された厚みを保持することが望ましい。それ以上の厚みとなれば蛍光体層の発光効率はほとんどサチュレートしてしまうとともに、20層程度積層された厚みを超えると、放電空間122の大きさを十分に確保できなくなる。また、水熱合成法等により得られた蛍光体粒子のように、その粒径が十分小さく、かつ球状であれば球状でない粒子を使用する場合と比べ、積層段数が同じ場合であっても蛍光体層の充填度が高まるとともに、蛍光体粒子の総表面積が増加するため、蛍光体層における実際の発光に寄与する蛍光体粒子表面積が増加し、さらに発光効率が高まる。この蛍光体層110R、110G、110Bの合成方法、については後述する。

【0050】このようにして作製された前面パネルと背面パネルは、前面パネルの各電極と背面パネルのアドレス電極とが直交するように重ね合わせるとともに、パネル周縁に封着用ガラスを介在させ、これを例えば450℃程度で10～20分間焼成して気密シール層121を形成することにより封着される。そして、一旦放電空間122内を高真空、例えば、 1.1×10^{-4} Paに排気した後、放電ガス、例えば、He-Xe系、Ne-Xe系の不活性ガスを所定の圧力で封入することによってPDP100が作製される。

【0051】図5は、蛍光体層を形成する際に用いるイ

ンキ塗布装置の概略構成図である。

【0052】図5に示すように、インキ塗布装置200は、サーバ210、加圧ポンプ220、ヘッダ230などを備え、蛍光体インキを蓄えるサーバ210から供給される蛍光体インキは、加圧ポンプ220によりヘッダ230に加圧されて供給される。ヘッダ230にはインキ室230a及びノズル240が設けられており、加圧されてインキ室230aに供給された蛍光体インキは、ノズル240から連続的に吐出されるようになっている。このノズル240の口径Dは、ノズルの目づまり防止のため30μm以上、かつ塗布の際の隔壁からのはみ出し防止のため、隔壁109間の間隔W（約130μm～200μm）以下にすることが望ましく、通常30μm～130μmに設定される。

【0053】ヘッダ230は、図示しないヘッダ走査機構によって直線的に駆動されるように構成されており、ヘッダ230を走査させるとともに、ノズル240から蛍光体インキ250を連続的に吐出することにより、背面ガラス基板102上の隔壁109間の溝に蛍光体インキが均一に塗布される。ここで、使用される蛍光体インキの粘度は、25℃において1500～50000CPの範囲に保たれている。

【0054】なお、上記サーバ210には図示しない攪拌装置が備えられており、その攪拌により蛍光体インキ中の粒子の沈殿が防止される。またヘッダ230は、インキ室230aやノズル240の部分も含めて一体成形されたものであり、金属材料を機器加工ならびに放電加工することによって作製されたものである。

【0055】また、蛍光体層を形成する方法としては、上記方法に限定されるものではなく、例えばフォトリソ法、スクリーン印刷法及び蛍光体粒子を混合させたフィルムを配設する方法など、種々の方法を利用することができる。

【0056】蛍光体インキは、各色蛍光体粒子、バインダ、溶媒とが混合され、1500～50000センチボアズ（CP）となるように調合されたものであり、必要に応じて、界面活性剤、シリカ、分散剤（0.1～5wt%）等を添加してもよい。

【0057】この蛍光体インキに調合される赤色蛍光体としては、 $(Y, Gd)_{1-x}BO_3:Eu_x$ 、または $Y_{2-x}O_3:Eu_x$ で表される化合物が用いられる。これらは、その母体材料を構成するY元素の一部がEuに置換された化合物である。ここで、Y元素に対するEu元素の置換量Xは、 $0.05 \leq X \leq 0.20$ の範囲となるのが好ましい。これ以上の置換量とすると、輝度は高くなるものの輝度劣化が著しくなることから実用上使用できなくなると考えられる。一方、この置換量以下である場合には、発光中心であるEuの組成比率が低下し、輝度が低下して蛍光体として使用できなくなる。

【0058】緑色蛍光体としては、表面が正に帯電した

($Zn_{1-x}Mn_x$)₂SiO₄で表される化合物が用いられる。 $(Zn_{1-x}Mn_x)_2SiO_4$ は、その母体材料を構成するZn元素の一部がMnに置換された化合物である。ここで、Zn元素に対するMn元素の置換量Xは、 $0.01 \leq X \leq 0.20$ の範囲となることが好ましい。

【0059】青色蛍光体としては、 $Ba_{1-x}MgAl_{10}O_{17}:Eu_x$ 、または $Ba_{1-x-y}Sr_yMgAl_{10}O_{17}:Eu_x$ で表される化合物が用いられる。 $Ba_{1-x}MgAl_{10}O_{17}:Eu_x$ 、 $Ba_{1-x-y}Sr_yMgAl_{10}O_{17}:Eu_x$ は、その母体材料を構成するBa元素の一部がEuあるいはSrに置換された化合物である。ここで、Ba元素に対するEu元素の置換量Xは、上記と同様の理由により、前者の青色蛍光体は $0.03 \leq X \leq 0.20$ 、 $0.1 \leq Y \leq 0.5$ の範囲となることが好ましい。

【0060】これらの蛍光体の合成方法については後述する。

【0061】蛍光体インキに調合されるバインダとしては、エチルセルロースやアクリル樹脂を用い（インキの0.1～10wt%を混合）、溶媒としては、 α -ターピネオール、ブチルカルビトールを用いることができる。なお、バインダとして、PMAやPVAなどの高分子を、溶媒として、ジエチレングリコール、メチルエーテルなどの有機溶媒を用いることもできる。

【0062】本実施の形態においては、蛍光体粒子には、固相焼成法、水溶液法、噴霧焼成法、水熱合成法により製造されたものが用いられる。

【0063】①青色蛍光体

$Ba_{1-x}MgAl_{10}O_{17}:Eu_x$ について

まず、混合液作製工程において、原料となる、硝酸バリウムBa(NO₃)₂、硝酸マグネシウムMg(NO₃)₂、硝酸アルミニウムAl(NO₃)₃、硝酸ユーロピウムEu(NO₃)₃をモル比が1-X:1:10:X($0.03 \leq X \leq 0.25$)となるように混合し、これを水性媒体に溶解して混合液を作製する。この水性媒体にはイオン交換水、純水が不純物を含まない点で好ましいが、これらに非水溶媒（メタノール、エタノールなど）が含まれていても使用することができる。

【0064】次に、水和混合液を金あるいは白金などの耐食性、耐熱性を持つものからなる容器に入れて、例えばオートクレーブなどの加圧しながら加熱することができる装置を用い、高压容器中で所定温度（100～300℃）、所定圧力（0.2Mpa～10Mpa）の下で12～20時間の水熱合成を行う。

【0065】次に、この粉末を還元雰囲気下、例えば水素を5%、窒素を95%含む雰囲気中で、所定温度、所定時間、例えば1350℃で2時間焼成し、次にこれを分級することにより所望の青色蛍光体 $Ba_{1-x}MgAl_{10}O_{17}:Eu_x$ を得ることができる。

【0066】水熱合成を行うことにより得られる蛍光体粒子は、形状が球状となり、かつ粒径が従来の固相反応

から作製されるものと比べ、平均粒径が0.05μm～2.0μm程度と小さく形成される。なお、ここでいう「球状」とは、ほとんどの蛍光粒子の軸径比（短軸径/長軸径）が、例えば0.9以上1.0以下となるように定義されるものであるが、必ずしも蛍光体粒子のすべてがこの範囲に入る必要はない。

【0067】また、前記水和混合物を金あるいは白金の容器に入れずに、この水和混合物をノズルから高温炉に吹き付けて蛍光体を合成する噴霧法によっても青色蛍光体を作製できる。

【0068】 $Ba_{1-x-y}Sr_yMgAl_{10}O_{17}:Eu_x$ について

この蛍光体は、上述した $Ba_{1-x}MgAl_{10}O_{17}:Eu_x$ と原料が異なるのみで固相反応法で作製する。以下、その使用する原料について説明する。

【0069】原料として、水酸化バリウムBa(OH)₂、水酸化ストロンチウムSr(OH)₂、水酸化マグネシウムMg(OH)₂、水酸化アルミニウムAl(OH)₃、水酸化ユーロピウムEu(OH)₃を必要に応じたモル比となるように秤量し、これらをフラックスとしてのAlF₃と共に混合し、所定の温度（1300℃～1400℃）の12～20時間の焼成を経ることにより、Mg、Alを4価のイオンで置換した $Ba_{1-x-y}Sr_yMgAl_{10}O_{17}:Eu_x$ を得ることができる。本方法で得られる蛍光体粒子の平均粒径は、0.1μm～3.0μm程度のものが得られる。

【0070】次に、これを還元雰囲気下、例えば水素を5%、窒素を95%の雰囲気中で1000℃～1600℃で2時間焼成した後、空気分級機によって分級して蛍光体粉を作製する。なお、蛍光体の原料として、酸化物、硝酸塩、水酸化物を主に用いたが、Ba、Sr、Mg、Al、Eu等の元素を含む有機金属化合物、例えば金属アルコキシドやアセチルアセトン等を用いて、蛍光体を作製することもできる。

【0071】②緑色蛍光体

($Zn_{1-x}Mn_x$)₂SiO₄について

(1) 粉碎による+帯電化

まず、固相法で作製する場合の原料である硝酸亜鉛Zn(NO₃)₂、酸化珪素SiO₂、硝酸マンガニンMn(NO₃)₂を、先ずZnとMnのモル比で1-X:X($0.01 \leq X \leq 0.20$)となるように混合し、次に $Zn_{1-x}Mn_x$ とSiO₂のモル比を2:3になるよう原料を混合し、この混合物を、1100℃～1300℃で2時間焼成する。次に、これを凝集物がはぐれる程度に軽く粉碎し、次に分級によって、1μm～15μmの負に帯電した緑色蛍光体を作製する。次に、これをボールミルを用いて平均粒径0.1μm～3μmに粉碎し、その後これを窒素中あるいは窒素-酸素中で400℃～1000℃でアニールして正の電荷に帯電した緑色蛍光体を作製する。

【0072】次に、緑色蛍光体を水熱合成法で作製する場合は、まず混合液作製工程において、原料である硝酸亜鉛 $Zn(NO_3)_2$ 、硝酸マンガン $Mn(NO_3)_2$ 、酸化珪素がモル比で、先ず硝酸亜鉛と硝酸マンガンのモル比を $1-X:X$ ($0.01 \leq X \leq 0.20$) となるように混合し、次に $Zn_{1-x}Mn_x$ と SiO_2 のモル比を SiO_2 が化学量論比より過剰となるように2:3に原料を混合し、これをイオン交換水に投入して混合液を作製する。

【0073】次に、水和工程においてこの混合液に塩基性水溶液、例えばアンモニア水溶液を滴下することにより、水和物を形成させる。その後、水熱合成工程において、この水和物とイオン交換水を白金や金などの耐食性、耐熱性を持つものからなるカプセル中に入れて、例えばオートクレーブを用いて高压容器中で所定温度、所定圧力、例えば温度 $100^\circ C \sim 300^\circ C$ 、圧力 $0.2\text{Mpa} \sim 10\text{Mpa}$ の条件下で所定時間、例えば、2~20時間の水熱合成を行う。

【0074】その後、乾燥することにより、 $(Zn_{1-x}Mn_x)_2SiO_4$ が得られる。この水熱合成工程により得られる蛍光体は、粒径が $0.1\mu m \sim 2.0\mu m$ 程度となり、その形状が球状となる。次に、この粉体を空气中で $1100^\circ C \sim 1300^\circ C$ で焼成して負に帯電した緑色蛍光体を作製する。この時、粒径は $5\mu m \sim 15\mu m$ に成長する。次に、これをジェットミルで平均 $0.1\mu m \sim 3\mu m$ になるまで粉碎した後、窒素中あるいは窒素-酸素中で $400^\circ C \sim 1000^\circ C$ でアニールして、正に帯電した緑色の蛍光体とする。

(2) コーティングにより $Zn_2SiO_4:Mn$ を+帯電化

(1)の固相法で作製した粉体($1100^\circ C \sim 1300^\circ C$ で焼成し、軽く粉碎後分級して $1\mu m \sim 3\mu m$ にした粉体)で負に帯電した $Zn_2SiO_4:Mn$ を用意する。

【0075】次に、これをマグネシウムアセチルアセトンのイソプロピルアルコール溶液(マグネシウムアセチルアセトン0.0016%溶液)中に投入し、攪拌した後アルコールを除去し、その後 $900^\circ C$ で焼成して MgO を8nmコーティングして、正に帯電した緑色蛍光体とする。

【0076】ここでは、負に帯電する $Zn_2SiO_4:Mn$ に MgO をコーティングしたが、 Al_2O_3 、 ZnO 、 Y_2O_3 、 $MgAl_2O_4$ 等を用いることができ、コーティングについては、 Al 、 Zn 、 Y 、 Mg の元素を含有する有機金属化合物(アルコキシド化合物、アセチルアセトン化合物、炭化水素化合物)と非水溶液(アルコール、ベンゼン、シクロヘキサン等)の希薄混合溶液を用いて、 Zn_2SiO_4 上に10nm以下の厚さでコーティングすることができる。

【0077】③赤色蛍光体

(Y, Gd) $_{1-x}BO_3:Eu_x$ について

混合液作製工程において、原料である硝酸イットリウム $Y_2(NO_3)_3$ と水硝酸ガドリウム $Gd_2(NO_3)_3$ とホウ酸 H_3BO_3 と硝酸ユーロピウム $Eu_2(NO_3)_3$ を混合し、モル比が $1-X:2:X$ ($0.05 \leq X \leq 0.20$ で Y と Gd の比は65対35)となるように混合し、次にこれを空气中で $1200^\circ C \sim 1350^\circ C$ で2時間熱処理した後、分級して赤色蛍光体を得る。

【0078】 $Y_{2-x}O_3:Eu_x$ について

混合液作製工程において、原料である、硝酸イットリウム $Y_2(NO_3)_3$ と硝酸ユーロピウム $Eu(NO_3)_3$ を混合し、モル比が $2-X:X$ ($0.05 \leq X \leq 0.30$)となるようにイオン交換水に溶解して混合液を作製する。次に、水和工程において、この水溶液に対して塩基性水溶液、例えばアンモニア水溶液を添加し、水和物を形成させる。

【0079】その後、水熱合成工程において、この水和物とイオン交換水を白金や金などの耐食性、耐熱性を持つものからなる容器の中に入れて、例えばオートクレーブを用いて高压容器中で温度 $100^\circ C \sim 300^\circ C$ 、圧力 $0.2\text{Mpa} \sim 10\text{Mpa}$ の条件下で3~12時間の水熱合成を行う。その後、得られた化合物の乾燥を行い、所望の $Y_{2-x}O_3:Eu_x$ が得られる。次に、この蛍光体を空气中で $1300^\circ C \sim 1400^\circ C$ で2時間のアニール処理後、分級して赤色蛍光体とする。この水熱合成工程により得られる蛍光体は、粒径が $0.1\mu m \sim 2.0\mu m$ 程度となり、かつその形状が球状となる。この粒径、形状は発光特性の優れた蛍光体層を形成するのに適している。

【0080】このように蛍光体を構成する $(Zn_{1-x}Mn_x)_2SiO_4$ の表面を正の帯電にした緑色蛍光体粒子を使用することにより、従来の緑色蛍光体は、負に帯電しているため蛍光体工程中でノズルの目づまりが起りやすく、また緑色を発光させた時の輝度が低下する傾向があったが、本発明によれば、緑色セルの蛍光体塗布工程中のノズルの目づまりがなく、またパネルの色ずれやアドレス放電ミスも起こらず、従って白表示の時の輝度を上げることができる。

【0081】以下、本発明のPDPの性能を評価するために、上記実施の形態に基づくサンプルを作製し、そのサンプルについて性能評価実験を行った。その実験結果を検討する。

【0082】作製した各PDPは、42インチの大きさを持ち(リピッチ $150\mu m$ のHD-TV仕様)、誘電体ガラス層の厚みは $20\mu m$ 、 MgO 保護膜の厚みは $0.5\mu m$ 、表示電極と表示スキャン電極の間の距離は 0.08mm となるように作製した。また、放電空間に封入される放電ガスは、ネオンを主体にキセノンガスを5%混合したガスであり、所定の圧力で放電ガスを封入した。

【0083】サンプル1~10のPDPに用いる緑色蛍

光体粒子には、負に帯電する $(Zn_{1-x}Mn_x)_2SiO_4$ 粒子を粉碎した後、アニールするか、あるいは正に帯電する酸化物を10nm以下でコーティングした $(Zn_{1-x}Mn_x)_2SiO_4$ 蛍光体を用いた。それぞれの合成条*

*件を表1に示す。

【0084】

【表1】

試料番号	緑色蛍光体 $(Zn_{1-x}Mn_x)_2SiO_4$		赤色蛍光体 $(Y,Gd)_{1-x}BO_3:Eu_x$		青色蛍光体 $Ba_{1-x}MgAl_{10}O_{17}:Eu_x$	
	Mnの量 x	粉碎による粒径の変化率 とその厚み	Euの量 x	製造方法	Euの量 x	製造方法
1	x=0.01	0.9倍	x=0.1	固相反応法	x=0.03	水熱合成法
2	x=0.05	0.5倍	x=0.2	"	x=0.05	"
3	x=0.1	0.1倍	x=0.3	"	x=0.1	"
4	x=0.2	0.2倍	x=0.15	"	x=0.2	"
緑色蛍光体 $(Zn_{1-x}Mn_x)_2SiO_4$						
5	x=0.03	粉碎なし	x=0.01	水熱合成法	x=0.03 y=0.1	固相反応法
6	x=0.1	"	x=0.1	"	x=0.1 y=0.3	"
7	x=0.1	"	x=0.15	水溶液法	x=0.1 y=0.5	"
8	x=0.2	"	x=0.2	固相反応法	x=0.2 y=0.3	"
9	"	"	"	"	"	"
10	x=0.1	0.5倍	x=0.15	"	x=0.1 y=0.5	"
11*	"	粉碎なし	"	"	"	"

*試料番号11は比較例

【0085】サンプル1～4は、もともと負に帯電していた緑色蛍光体を粉碎によって正に帯電させた $(Zn_{1-x}Mn_x)_2SiO_4$ 緑色蛍光体を、赤色蛍光体には $(Y,Gd)_{1-x}BO_3:Eu_x$ を、青色蛍光体には $Ba_{1-x}MgAl_{10}O_{17}:Eu_x$ をそれぞれ用いた組み合わせのものであり、蛍光体の合成の方法、発光中心となるMn, Euの置換比率、すなわちZn元素に対するMnの置換比率、及びY, Ba元素に対するEuの置換比率、及び緑色の場合は $(Zn_{1-x}Mn_x)_2SiO_4$ に対する粉※50

※碎前後の粒径を表1のように変化させたものである。

【0086】サンプル5～10は、赤色蛍光体に $Y_{2-x}O_3:Eu_x$ 、緑色蛍光体には正の帯電を有する酸化物をコーティングした $(Zn_{1-x}Mn_x)_2SiO_4$ 、青色蛍光体に $Ba_{1-x-y}Sr_yMgAl_{10}O_{17}:Eu_x$ を用いた組み合わせのものであり、上記と同様、蛍光体合成方法の条件及び緑色の場合は $(Zn_{1-x}Mn_x)_2SiO_4$ に対する正に帯電する酸化物の種類とその厚みを表1のように変化させたものである。

【0087】また、蛍光体層の形成に使用した蛍光体インキは、表1に示す各蛍光体粒子を使用し、蛍光体、樹脂、溶剤、分散剤を混合して作製した。

【0088】そのときの蛍光体インキの粘度(25℃)を測定した結果、いずれも粘度が1500~5000CPの範囲に保たれている。形成された蛍光体層を観察したところ、いずれも隔壁壁面に均一に蛍光体インキが塗布されていた。また、この時塗布に使用されたノズルの口径は100μmであり、蛍光体層に使用される蛍光体粒子については、平均粒径0.1~3.0μm、最大粒径8μm以下の粒径のものが各サンプルに使用されている。

【0089】サンプル11は、従来例の表面が負に帯電した緑色蛍光体粒子を用いて緑色蛍光体層を形成したサンプルである。

【0090】(実験1)作製されたサンプル1~10及び比較サンプル11について、先ず作製した緑色蛍光体をグローオフ法を用いて還元鉄粉に対する帯電量を調べた(照明学会誌第76巻第10号 平成4年 PP16~27)。

【0091】(実験2)パネル製造工程後のパネルの全

白時の輝度と、緑色蛍光体層の輝度を輝度計を用いて測定した。

【0092】(実験3)パネルを点灯した時の全面白表示時と緑色表示時の輝度劣化変化率の測定は、プラズマディスプレイ装置に電圧200V、周波数50kHzの放電維持パルスで200時間連続して印加し、その前後におけるパネル輝度を測定し、そこから輝度劣化変化率($\frac{\text{印加後の輝度}-\text{印加前の輝度}}{\text{印加前の輝度}} \times 100$)を求めた。

10 【0093】また、アドレス放電時のアドレスミスについては画像を見てちらつきがあるかないかで判断し、1ヶ所でもあれば、ありとしている。

【0094】(実験4)緑色蛍光体インキをノズル口径100μmのノズルを用いて100時間連続塗布した時のノズルの目づまりの有無を調べた。

【0095】これら実験1~4の緑色の輝度、輝度劣化変化率についての結果及びノズルの目づまりの結果を表2に示す。

【0096】

20 【表2】

試料 番号	プローオフ法による蛍光体の 帯電量 ($\mu\text{C/g}$)	パネルの緑色蛍光体の輝度 (cd/cm^2)		200V, 50kHz の放電維持パルス 200 時間印加後のパルスの輝度 劣化率 (%)		アドレス放電時の アドレスミスの 有無	緑色用インキをノ ズルから 100 時間 連続塗布後の目づ まりの様子
		緑 色	緑 色	全白色	緑 色		
1	+0.01	250	250	-2.2	-1.4	なし	目づまりなし
2	+0.03	258	258	-2.1	-1.0	"	"
3	+0.15	232	232	-2.2	-0.9	"	"
4	+0.10	240	240	-2.0	-0.8	"	"
5	0.0	248	248	-2.2	-1.1	"	"
6	+0.04	245	245	-2.3	-1.0	"	"
7	+0.06	243	243	-2.1	-1.2	"	"
8	+0.02	237	237	-2.3	-1.1	"	"
9	+0.05	230	230	-2.4	-1.2	"	"
10	+0.5	250	250	-2.0	-0.3	"	"
11*	-1.5	205	205	-20.5	-15.6	あり	4 時間で目づまり

* 試料番号 11 は比較例

【0097】表2に示すように比較サンプル11において、負に帯電した緑色蛍光体である $(\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x)_2\text{SiO}_4$ をそのままパネルに使用したサンプルでは、負に帯電しているため加速寿命における緑色の輝度劣化率が大きい。特に、200V、50kHzの加速寿命テストで全白表示の変化率がサンプル11において-20.5%である。これに対して、正の帯電を有する緑色蛍光体を使用したサンプル1~10では、-2.0%~-2.4%と低い値になっている。また、緑色の輝度の変化が-15.6%の低下が見られるのに対し、サンプル1~10については、緑色の劣化率がすべて-0.3%~50

40%~-1.4%の値となっており、しかもアドレスミスや蛍光体塗布時のノズルの目づまりもない。

【0098】これは、負に帯電している緑色蛍光体である $(\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x)_2\text{SiO}_4$ を正の帯電にすることにより、パネル放電空間中に存在するネオンイオン (Ne^+) や CH_x 系のイオン (CH_x^+) 等の正イオンの衝撃を受けにくくなったために、輝度劣化が少なくなったと考えられる。また、アドレスミスがなくなったのは、緑色の帯電が、赤色、青色と同じ正の帯電になり、アドレス放電が均一化したためである。また、ノズルの目づまりがなくなった理由は、バインダー中のエチルセルロー

スが正帯電の緑色蛍光体には吸着しやすいため蛍光体インキの分散性が向上したためと考えられる。

【0099】

【発明の効果】以上述べてきたように本発明は、蛍光体層を構成する緑色蛍光体 $(Zn_{1-x}Mn_x)_2SiO_4$ の帯電状態を正にすることを特徴としており、緑色蛍光体結晶の帯電状態を0または+の正に帯電した蛍光体粒子で緑色蛍光体層を構成することによって、蛍光体層の塗布状態の均一化及び劣化の防止を図ることができ、さらには合わせてパネルの輝度及び寿命、信頼性の向上を実現

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態によるPDPの前面ガラス基板を除いた状態を示す平面図

【図2】同PDPの画像表示領域の構造を示す斜視図

【図3】同PDPを用いたプラズマディスプレイ装置のブロック図

【図4】同じくPDPの画像表示領域の構造を示す断面

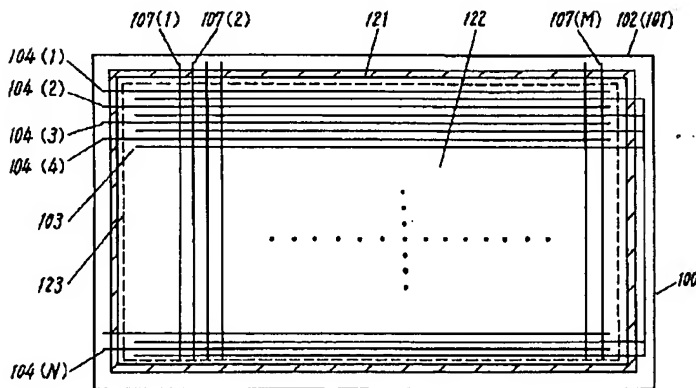
図

【図5】同PDPの蛍光体層を形成する際に用いるインキ塗布装置の概略構成図

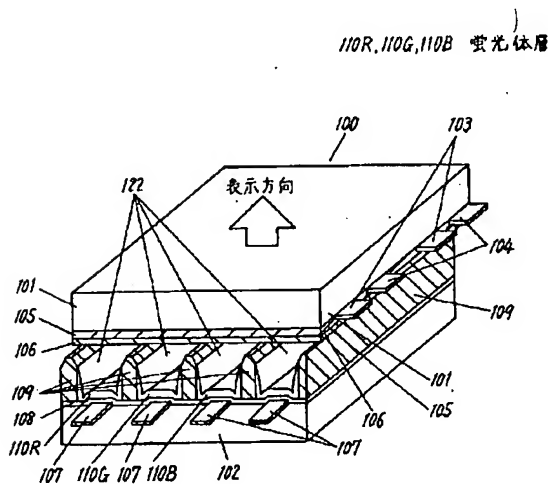
【符号の説明】

- 100 PDP
- 101 前面ガラス基板
- 103 表示電極
- 104 表示スキャン電極
- 105 誘電体ガラス層
- 106 保護膜
- 107 アドレス電極
- 108 誘電体ガラス層
- 109 隔壁
- 110R 蛍光体層（赤）
- 110G 蛍光体層（緑）
- 110B 蛍光体層（青）
- 122 放電空間

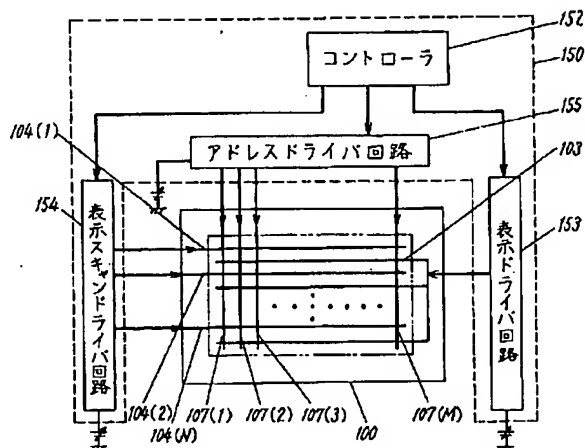
【図1】



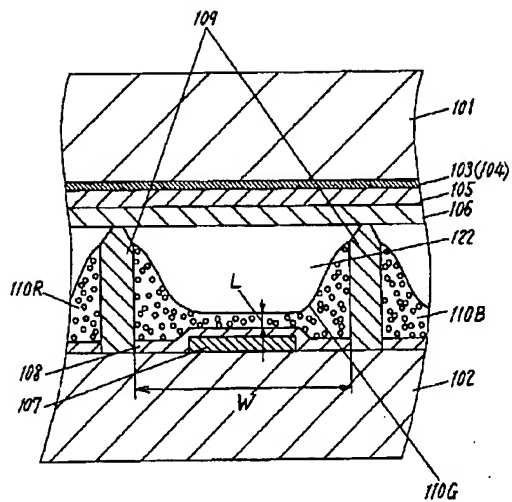
【図2】



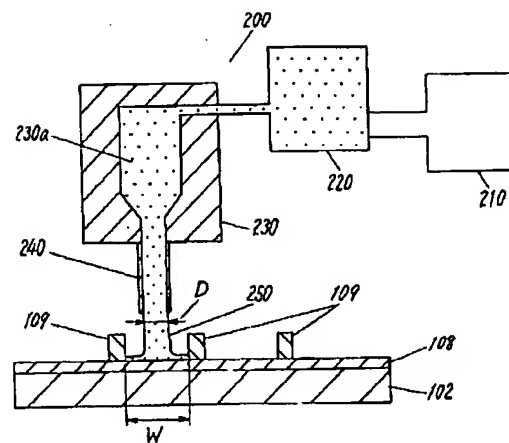
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

識別記号

C 0 9 K 11/02
11/08

H 0 1 J 11/02

F I

C 0 9 K 11/02
11/08

H 0 1 J 11/02

ターマート' (参考)

Z
B
G
B

(72)発明者 青木 正樹

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 杉本 和彦

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 日比野 純一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

Fターム(参考) 4H001 CC03 CC04 CF02 XA08 XA14

XA30 YA25

4J037 AA08 AA09 AA11 AA25 CA09

CC02 DD23 EE03 EE08 EE28

EE29 EE43 FF02 FF07 FF30

4J039 AB02 BA13 BC07 BC09 BC20

BE01 BE12 EA20 EA28 GA24

5C040 FA01 FA04 GB03 GB14 GG10

JA13 MA23